

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2001年12月13日 (13.12.2001)

PCT

(10)国際公開番号
WO 01/94071 A1

(51)国際特許分類: B23Q 1/00, 7/00
(72)発明者; および
(21)国際出願番号: PCT/JP01/01528
(75)発明者/出願人(米国についてのみ); 小池伸二 (KOIKE, Shinji) [JP/JP]; 〒243-0308 神奈川県愛甲郡愛川町三増359番地の3 株式会社牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP).
(22)国際出願日: 2001年2月28日 (28.02.2001)
(25)国際出願の言語: 日本語
(74)代理人; 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 齊和特許法律事務所 Tokyo (JP).
(26)国際公開の言語: 日本語
(30)優先権データ: PCT/JP00/03787 2000年6月9日 (09.06.2000) JP
(71)出願人(米国を除く全ての指定国について); 株式会社牧野フライス製作所 (MAKINO MILLING MACHINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒152-8578 東京都目黒区中根2丁目3番19号 Tokyo (JP).

(81)指定国(国内); JP, US.

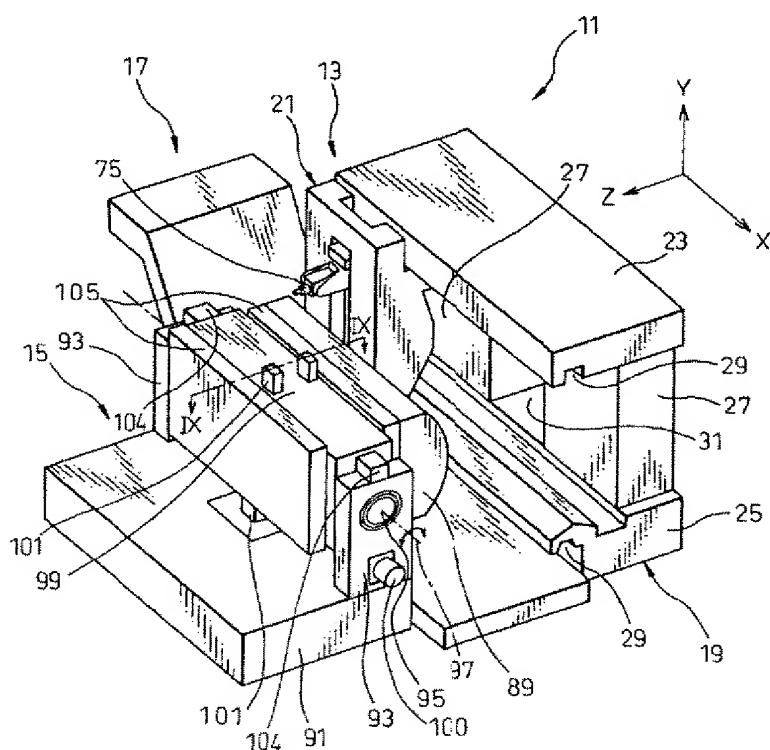
(84)指定国(広域); ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

/締葉有/

(54) Title: MACHINE TOOL DEVICE AND METHOD OF REPLACING PALLET OF THE DEVICE

(54)発明の名称: 工作機械装置及びそのパレット交換方法



(57) Abstract: A machine tool (11) for machining a large work (89) such as an aircraft part installed on a work mounting table (99) by moving a spindle with a tool in X-, Y-, and Z-directions, wherein a work support side structural body (15) is provided at a position opposed to a spindle support side structural body (13) having a spindle head (73) formed therein movably in X-, Y-, and Z-directions, a pallet (105) is installed on the work mounting table (99) of the work support side structural body (15), i.e., on two pallet installation surfaces positioned back to back, with one pallet installation surface of the work mounting table (99), supported so as to be allowed to be indexed rotatably about a horizontal axis extending in X-axis direction, held horizontally by a rotating indexing means, and the pallet (105) is positioned vertically by the rotatingly indexing means before the work (89) is machined, whereby even the large work (89) can be

WO 01/94071 A1

/締葉有/



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

machined efficiently at a high speed and with a high accuracy and an installation area can be reduced.

(57) 要約:

本発明は、工具が装着された主軸をX軸、Y軸、Z軸方向へ移動してワーク取付台（99）に取り付けられた航空機部品等の大形ワーク（89）を加工する工作機械（11）に関するものであり、大形ワーク（89）でも高効率で、しかも高速且つ高精度な加工を行うことができ、設置面積をコンパクトにするという課題を解決したものである。この課題を解決するために、本発明は、主軸頭（73）がX軸、Y軸、Z軸方向へ移動可能に構成された主軸支持側構造体（13）に対向してワーク支持側構造体（15）を設け、ワーク支持側構造体（15）のワーク取付台（99）、すなわち背中合わせの2つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台（99）の1つのパレット取付面を、回転割出手段により水平状態にしてパレット（105）を取り付けた後、回転割出手段により該パレット（105）を垂直状態に位置決めしてワーク（89）を加工する。

明細書

工作機械装置及びそのパレット交換方法

技術分野

本発明は、工具が装着された主軸をX軸、Y軸、Z軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられた航空機部品等の大形のワークを加工する工作機械装置及びそのパレット交換方法、すなわち主軸がX軸、Y軸、Z軸方向へ移動可能に構成された主軸支持側構造体と、主軸支持側構造体に対向して設けられ、2つのパレット取付面を有し、パレット取付面を所望の位置に回転割り出し可能に支持したワーク取付台とを具備したマシニングセンタ等の工作機械装置であって、大形ワークでも高効率で、しかも高速且つ高精度な加工が行え、且つ設置面積をコンパクトにできる新規の工作機械装置及びそのパレット交換方法に関するものである。

背景技術

従来、航空機の機体の構成部品は細分化して加工し、それらをボルトやリベット等で接合して機体を形成する方法がとられてきた。しかしながら、近年、これらの部品をできる限り一体化し、接合部分を少なくする傾向がある。そのため、加工する部品が大形化、複雑形状化してきており、このような部品を加工するための新規の工作機械が要求されるようになってきている。

こうした工作機械に要求される固有の性能は、加工する大形ワークを取り付けることが可能なテーブルを備えること、大形ワークを加工するのに十分な送り軸ストロークを備えること、大形で複雑な形状の部品のあらゆる箇所及び形状の加工を全て一回の段取りで行

うことが可能になっていることである。さらには、こうした部品の加工を効率よく、しかも高速且つ高精度に行える必要がある。また、加工するワークのサイズは工作機械のユーザ毎に異なるので、各ユーザの要求するサイズの工作機械を適時にしかも迅速に製造して工場に設置できることが好ましい。

ところで、大形ワークを固定するためには工作機械のテーブルを大形にせざるを得ないが、この大形テーブルをX軸、Y軸、Z軸の直交送り軸に沿った方向やA軸、B軸、C軸の回転送り軸に沿った方向に移動可能な構成にすることは、高速、高精度加工を行う観点からは不利となることを考慮する必要がある。すなわち、通常の工作機械と異なり、大形ワークを加工するための工作機械は、加工時にテーブルを固定（静止状態）にしてワークを加工することを可能にするために、工具を把持して回転する主軸側が直交送り手段や回転送り手段を備え、各直交送り軸の方向及び各回転送り軸の方向に移動可能になっていることが要求される。

ここで、X軸及びY軸は垂直平面内で互いに直交し、それぞれ水平方向及び垂直方向に延び、Z軸はX軸及びY軸に対して垂直に水平方向に延びているものとする。また、A軸、B軸、C軸方向とは、それぞれ、X軸、Y軸、Z軸を中心とした回転方向を指すものとする。

さらに、ワークが大形化してワークの段取り作業の効率が悪化する傾向があることから、ワークの交換を自動で行う手段を設けて段取り作業の効率及び工作機械の稼働率を向上させることが要求される。

一般的に、マシニングセンタ等の工作機械で所望の形状にワークを加工する場合は、パレットにワークを取り付け、テーブルなどを含む工作機械のワーク取付台とパレットストッカとの間でパレット

交換を行いながら、効率よく所望のワークの加工を行うようにしている。

このような効率的なパレット交換を行うためには、段取り作業を行うための段取りステーションとしてのパレットストッカ、ワークが取り付けられたパレットを授受、搬送して交換するためのパレット交換手段、ワークが取り付けられた複数のパレットを収納するためのパレットマガジン、及びパレットマガジンとパレットストッカとの間でパレットの転送を行うためのパレット転送手段等の構成要素が必要となる。したがって、比較的大形のワークが取り付けられたパレットを取り扱う大形の工作機械では、上記構成要素の配置を工夫しないと工作機械全体の設置面積がいたずらに大きくなってしまう。

また、このような大形ワークは、バキューム方式でパレットに取り付けられることが多く、パレットを垂直状態で搬送すると、パレットからワークが外れ、最悪の場合には作業者に危害を加える恐れがある。加えて、垂直状態のパレットは搬送時のバランスも悪く、パレットに取り付けられたワークの形状によっては、パレットが傾いてしまい工作機械のワーク取付台へのパレットの装着が非常に困難となってしまう。したがって、大形ワークが取り付けられたパレットは水平状態で扱うのが望ましい。

さらに、大形ワークを加工する場合には、そのワークをパレットに取り付ける段取り作業とパレットの交換作業とにかくる時間が、工作機械を作動させて実際にそのワークを加工する時間とはほぼ同じ程度になることが多い。したがって、段取り時間やパレット交換時間が1つのワークを加工するのに必要とされる時間の相当な割合を占めており、段取り時間やパレット交換時間を短くすることが高速加工及び機械稼働率の向上の実現に直結する。

上記の要求の実現に利用可能な第1の従来技術として、特開平8-318445公報に開示されている対称多軸リニアモータ工作機械がある。この工作機械は、上下に対向するフレーム上をX軸方向に移動可能な垂直ガントリと、垂直ガントリ上をY軸方向に移動可能なサドルと、サドル上をZ軸方向に移動するラムと、ラムの前端部に設けられ工具を装着する主軸を回転支持する主軸頭と、フレームの前方に固定されワークを載置するテーブルとを具備し、X軸、Y軸、及びZ軸方向の各送り方向にはリニアモータによって駆動される構成になっている。また、垂直ガントリはフレームに対して上部と下部の2カ所で案内されてリニアモータによって駆動され、そのリニアモータの固定子及び移動子は、固定子の移動子に対する吸引力が上下で互いに相殺されるように、上下対称に取り付けられている。

また、上記要求の実現に利用可能な第2の従来技術として、特開平9-262727公報に開示されている工作機械がある。この工作機械は、正面視中央に貫通穴を有する矩形枠状の垂直ベッドと、垂直ベッドの前面をX軸方向に移動可能で、正面視中央に貫通穴を有する矩形枠状のXスライドと、Xスライドの貫通穴内で支持、案内されY軸方向に移動可能なYスライドと、Yスライドに支持、案内されZ軸方向に移動可能なZスライドと、Zスライドの前端部に設けられ工具を装着する主軸を回転支持する主軸頭と、垂直ベッドの前方に固定されワークを載置するテーブルとを具備し、X軸、Y軸、及びZ軸方向の各送り方向には、それぞれ、一対のレール状ガイドで案内され、一対のリニアモータによって駆動される構成になっている。

さらに、利用可能な第3の従来技術として、特開昭60-29261公報に開示されているワークパレット交換方法がある。ここに

開示されているパレット交換装置付きの工作機械は、工具を装着する主軸を回転支持する主軸頭とワークを載置するテーブルとの間でX軸、Y軸、及びZ軸方向の相対移動を行い、ワークを加工する機械本体と、機械本体に隣接して設けられ、テーブルとの間でパレットを授受交換するパレット交換装置とから構成されている。また、このパレット交換装置はパレットを取り付ける面が複数個あり、水平な回転軸線を中心として回転して、パレット交換位置、待機位置、又はワーク洗浄位置に割り出しされる構造になっている。

さらに、利用可能な第4の従来技術として、特開平10-128640公報に開示されているパレット交換装置がある。このパレット交換装置は、所望の加工終了後、工作機械のテーブルからパレットストッカヘシャトル式のパレット交換装置により加工済みのワークが取り付けられたパレットを搬出した後に、パレットストッカから工作機械のテーブルへ上記パレット交換装置により段取り済みの新しいワークが取り付けられたパレットを搬入するものである。パレットへのワークの取り付け・取り外しの際には、パレットに取り付けられたイケールを90度旋回させて水平状態にしてからクレン等により加工済みのワークを取り外し、その後に段取り済みの新しいワークをイケールに取り付けるようにしている。

さらに、利用可能な第5の従来技術として、実開昭60-120751公報に開示されている空中搬送装置がある。この搬送装置は、工作機械の上方に設けられた搬送用のレールの長手方向、上下方向、及びこれらの方向に直交する方向に移動可能な移動装置と、移動装置に懸架されワークが取り付けられたパレットを保持する保持装置とを具備し、保持装置で保持したパレットが工作機械の所定位置に搬送されるようにしたものである。

さらに、利用可能な第6の従来技術として、実開平4-5735

8公報に開示されている自動加工装置がある。この自動加工装置は、工作機械の前方に設置された立体倉庫と段取りステーションとしての搬入台との間、及び立体倉庫と工作機械のワーク交換装置との間でワークを搬送する搬送台車と、ホイストクレーンとを具備し、搬送台車が故障した場合には、ホイストクレーンにより、立体倉庫と段取りステーションとしての搬入台との間、及び立体倉庫と工作機械のワーク交換装置との間で、ワークを搬送するようにしたものである。

上述したように、大形部品を加工するための大形工作機械、例えば航空機部品加工用工作機械では、一般的に、加工の際、大形ワークを取り付けるワーク取付台が静止しているので、工具を装着して回転する主軸側が直交送り手段や回転送り手段を備え、X軸、Y軸及びZ軸方向の移動、A軸、B軸及びC軸方向の回転が可能となるように構成されている。また、かかる工作機械は、一般的に横形主軸を有し、比較的長いX軸及びY軸方向ストロークを有しているので、背の高い大形のコラムがベッド上の水平X軸方向に沿って案内されて移動し、主軸を回転支持した主軸頭がコラム上をY軸方向に移動するように構成されている。

主軸支持側構造体の移動体がこのように大形且つ大重量となる前述の問題点を解決する方法としては、第1及び第2の従来技術のように、基台を枠状構造にしてその上下の2カ所にX軸方向ガイドを設け、同様に枠状構造にしたX軸スライダをその上下のガイドで案内して移動させることが考えられる。上下2カ所で案内、駆動すれば移動体は片持ち状態とはならないので、移動体に対して要求される剛性が低くなり、移動体を比較的軽量としながらも必要な剛性を確保することが可能となる。また、移動体の送り駆動手段としてリニアモータを使用すれば、高速送りも実現可能となる。

しかしながら、通常の工作機械と比較して長いX軸方向ストロークを必要とする工作機械に特有の新たな問題が発生する。それは、X軸方向のストロークが長くなるに伴って、ワークの加工により発生した切屑から保護するために、X軸方向のガイドや送り機構を覆うテレスコピック式や巻き取り式の可動カバーも長くならざるを得ず、この可動カバーの故障が発生しやすくなることである。

第1及び第2の従来技術は、X軸方向のストロークが比較的長い工作機械を対象としたものではないことから、この問題が指摘されていない。さらに、X軸スライダが軽量化されたとは言え、Y軸方向ストロークもまた長くなることから、X軸方向ガイドにはある程度の荷重がかかり、その寿命に対する安全率を確保する必要が生じるという問題点もある。

また、ワーク自体が大形になる結果、テーブルへワークを取り付けたり、加工後にワークの切屑を除去したり、取り外したりする段取り作業に時間がかかるようになる。したがって、段取り作業の間、工作機械を停止させることになり、機械の稼働率が低下するという問題が生じる。また、X軸方向に移動する移動体（主軸頭及びコラム）は大形大重量とならざるを得ない。このため、高速送りが困難になり、X軸方向に移動する移動体の重量による摩擦抵抗などによりX軸方向の位置精度を高く維持することが困難になるという問題も生じる。

こうした段取り作業に時間がかかることによる作業効率及び機械の稼働率の低下の問題に対する解決方法としては、第3の従来技術のようなパレット交換装置を工作機械に付属させる方法がある。しかしながら、大形ワークを取り扱う場合には、大きな設置スペースが必要となり大がかりな構成とならざるを得ず、必要とされる費用が相當に高くなるという別の問題を引き起こしてしまう。

パレットのワーク取付面を水平にして段取り作業を行って、段取り作業の効率を向上させ且つその安全性を高めるためには、第4の従来技術を利用することができる。しかしながら、第4の従来技術は、パレット交換装置及びパレットストッカを単に平面内に配置したものであり、大形ワークが取り付けられたパレットの交換を行う場合には、工作機械の設置面積が非常に大きくなってしまうという問題点がある。

さらに、第4の従来技術は、所望の加工が終了した後、加工済みのワークが取り付けられたパレットをシャトル式のパレット交換装置により工作機械のテーブルからパレットストッカに搬出すること、工作機械のテーブルを他のパレットストッカの対面位置に移動させ、段取り済みの新しいワークが取り付けられたパレットをパレット交換装置によりパレットストッカから工作機械のテーブルへ搬入することを順次行わなければならない。このため、第4の従来技術には、パレットの交換時間が非常にかかるという別の問題点もある。

また、第4の従来技術では、加工済みのワークが取り付けられたパレットを工作機械のテーブルから搬出しないと、段取り済みの新しいワークが取り付けられたパレットを工作機械のテーブルに搬入することができない。このため、その間は工作機械における加工を停止せざるを得ず、結果として、1つの加工に要する全体的な時間が長くなるという問題点もある。

さらに、第4の従来技術は、所望の加工終了後、ワークが取り付けられたパレットを平面内で搬送するために、操作者による加工済みワークの確認作業などは、非常に危険を伴い、ワークへの接近性も悪くなる。よって、加工済みのワークの確認作業や洗浄作業を行う上での作業性を低下させ、直接的な段取りができないという問題

点もある。

これらの問題点から、工作機械の省スペース化を図るには、パレットを平面内で搬送するのではなく、空間的にパレットを搬送するのが理想的である。

そこで、第5の従来技術を利用すれば、第4の従来技術のようにパレットが平面内で搬送されるのではなく、パレットが工作機械の上方空間を搬送されるようにすることが可能となる。しかしながら、この場合、移動装置に懸架された保持装置に保持したパレットの位置決めが問題となる。これは、吊具で懸架された物体はその移動中に揺動してしまい、所定の位置に位置決めするのは非常に困難となるからである。

さらに、第5の従来技術は、懸架したパレットの工作機械に対する位置決めを工作機械側に設けられた位置決め手段で行うものであり、工作機械側に位置決め手段を設けなければならず、工作機械のコストアップに繋がってしまう。また、工作機械側でパレットの位置決めを行っても、パレットストッカ等に位置決めのための手段を設ける必要があり、その構成が非常に複雑化するという問題点もある。

第6の従来技術は、第5の従来技術と同様に、パレットが工作機械の上方空間を搬送されるものであり、パレットの搬送に特にホイストクレーンを用いている。懸架されたパレットの位置決めが重要な問題であることは上述の通りであるが、第6の従来技術では、ホイストクレーンに懸架されたワークの位置決めについては何らその対策がなされていない。したがって所定の位置にパレットを搬送し、正確に位置決めを行うことは非常に困難であるという問題点がある。

のことから、工作機械の省スペース化を図るために空間的にパ

レットを搬送するだけでなく、簡単且つ確実に懸垂保持されたパレットの所定の位置への位置決めを行い、高効率且つ高精度な加工を実現することが究極の方法であると言える。

発明の開示

本発明の目的は、上述の問題点を解決することであり、大形ワークを高速且つ高精度で加工することが可能であり、大形ワークの段取り作業を容易にした工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

本発明の他の目的は、機械の稼働率の高い大形ワークの加工のための工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

本発明の他の目的は、設置面積をコンパクトにできる工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

本発明の他の目的は、ワークの交換時間を短縮して、高効率で加工を行うことができる工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

本発明の他の目的は、ワークへの接近性を向上させ、直接的な段取りが行える工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

本発明の他の目的は、ワークの加工中であっても、加工済みワークの確認作業を安全かつ容易に行うことができる工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

本発明の他の目的は、切屑処理の容易な大形ワークのための工作機械装置及びそのパレット交換方法を提供することである。

上記目的に鑑みて、本発明は、主軸がX、Y、Z軸方向へ移動可能な構成された主軸支持側構造体と、その主軸支持側構造体に対向

して設けられ、背中合わせの2つのパレット取付面を有し、そのパレット取付面を所望の位置に回転割り出し可能に支持したワーク取付台とを具備した工作機械において、ワーク取付台の1つのパレット取付面を水平状態にしてパレットを取り付けた後、そのパレットを垂直状態に位置決めしてワークを加工するようにしたものである。

本発明によれば、工具が装着された主軸をX、Y、Z軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、床面に立設された基台上をX、Y、Z軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に対向して設けられ、背中合わせの2つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成されたワーク支持側構造体と、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台を90度または180度回転させ、前記背中合わせの2つのパレット取付面をそれぞれ水平上向き位置と垂直横向き位置に位置決め可能に構成された回転割出手段とを具備した工作機械が提供される。

前記回転割出手段は、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台を回転割出させる割出モータと、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台の回転軸に係合して前記ワーク取付台を位置決めする第1の位置決め手段と、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台に設けられたプラケットと、前記プラケットに係合して前記ワーク支持側構造体のワーク取付台を位置決めする第2の位置決め手段とをして構成されるようにしてもよい。

前記主軸支持側構造体は、前記床面に立設され上部と下部にそれぞれX軸方向のガイドを有した基台と、前記基台の上部及び下部の

ガイドに沿って案内されて左右のX軸方向に移動するX軸スライダと、前記X軸スライダ上を上下のY軸方向に案内されて移動するY軸スライダと、前記Y軸スライダ上を前後のZ軸方向に案内されて移動するZ軸スライダと、前記Z軸スライダに対して固定して設けられた又はA軸、B軸、C軸のうち少なくとも1つの方向に回転送り可能に設けられた主軸頭とで構成されるようにしてもよい。

前記主軸支持側構造体の基台は、所定のX軸方向単位長さを有した基台ユニットを複数個X軸方向に連接した延長基台で構成され、前記ワーク支持側構造体は、所定のX軸方向単位長さを有したワーク支持側構造体ユニットをその水平軸線をそろえて複数個X軸方向に連接した延長ワーク支持側構造体で構成されるようにしてもよい。

前記主軸支持側構造体のX軸スライダは、前記基台の上部と下部の前記ガイドに沿ってそれぞれ設けられたリニアモータによってX軸方向に駆動され、前記リニアモータの固定子及び移動子は、前記固定子の前記移動子に対する吸引力が前記X軸スライダの前記ガイドに作用する重力方向の荷重を軽減させるように、互いに対向してそれぞれ前記基台及び前記X軸スライダに設けられるようにしてもよい。

前記主軸支持側構造体の基台は、その上部と下部にX軸方向に延びる下向きに開放された長手空間を有し、前記長手空間内にそれぞれ前記X軸スライダを案内、支持するガイドと、前記X軸スライダをX軸方向に移動させるX軸送り手段とが設けられるようにしてもよい。

また本発明によれば、工具が装着された主軸をX、Y、Z軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、床面に立設された基台

上を X、Y、Z 軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に対向して設けられ、背中合わせの 2 つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X 軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成されたワーク支持側構造体と、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台を 90 度または 180 度回転させ、前記背中合わせの 2 つのパレット取付面をそれぞれ水平上向き位置と垂直横向き位置に位置決め可能に構成された回転割出手段と、前記主軸支持側構造体と前記ワーク支持側構造体との間に設けられ、加工領域で発生した切屑を加工領域外へ排出する切屑排出手段とを具備した工作機械が提供される。

さらに本発明によれば、工具が装着された主軸を X、Y、Z 軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、床面に立設された基台上を X、Y、Z 軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に対向して設けられ、背中合わせの 2 つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X 軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成されたワーク支持側構造体と、前記ワーク支持側構造体に離間して設けられ、前記ワークが取り付けられたパレットを載置するパレットストッカと、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台のパレット取付面を水平上向きにした位置と前記パレットストッカの上面位置との間で、前記パレットを懸垂保持し案内手段に沿って水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットの授受、搬送を行うパレット交換手段とを具備した工作機械が提供される。

さらに本発明によれば、工具が装着された主軸を X、Y、Z 軸方

向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、床面に立設された基台上をX、Y、Z軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に対向して設けられ、背中合わせの2つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成されたワーク支持側構造体と、前記ワーク支持側構造体に離間して設けられ、前記ワークが取り付けられたパレットを載置するパレットストッカと、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台のパレット取付面を水平上向きにした位置と前記パレットストッカの上面位置との間で、前記パレットを懸垂保持し案内手段に沿って水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットの授受、搬送を行うパレット交換手段と、前記パレットストッカに離間して設けられ、前記パレットを立体的に複数個収納可能に構成された立体パレットマガジンと、前記パレットストッカと前記立体パレットマガジンとの間に設けられ、水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットストッカと前記立体パレットマガジンとの間で前記パレットを転送するパレット転送手段とを具備した工作機械が提供される。

さらに本発明によれば、工具が装着された主軸をX、Y、Z軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、床面に立設された基台上をX、Y、Z軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された複数個の主軸支持側構造体と、前記複数個の主軸支持側構造体にそれぞれ対向して設けられ、背中合わせの2つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成され

た複数個のワーク支持側構造体と、前記複数個のワーク支持側構造体にそれぞれ離間して設けられ、前記ワークが取り付けられたパレットを載置する複数個のパレットストッカと、前記複数個のワーク支持側構造体のそれぞれのワーク取付台のパレット取付面を水平上向きにした位置と前記複数個のワーク支持側構造体にそれぞれ離間して設けられたパレットストッカの上面位置との間で、前記パレットを懸垂保持し案内手段に沿って水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットの授受、搬送を行う複数個のパレット交換手段と、前記複数個のパレットストッカに離間して設けられ、前記パレットを立体的に複数個収納可能に構成された立体パレットマガジンと、前記複数個のパレットストッカと前記立体パレットマガジンとの間に設けられ、水平方向及び垂直方向へ移動して、前記複数個のパレットストッカと前記立体パレットマガジンとの間で前記パレットを転送するパレット転送手段とを具備した工作機械が提供される。

さらに本発明によれば、工具が装着された主軸をX、Y、Z軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、末面に立設された基台上をX、Y、Z軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に離間して設けられ、1つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成されたワーク支持側構造体と、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台を90度または180度回転させ、前記1つのパレット取付面を水平上向き位置と垂直横向き位置に位置決め可能に構成された回転割出手段と、前記主軸支持側構造体と前記ワーク支持側構造体との間に設けられ、加工領域で発生した切屑を加工領域外へ排出する切屑排出手段とを具備した工作機械が提供さ

れる。

さらに本発明によれば、工具が装着された主軸をX、Y、Z軸方向へ移動してワーク取付台に取り付けられたワークを加工する工作機械において、前記主軸を回転可能に支持し、床面に立設された基台上をX、Y、Z軸方向へ移動可能に設けられた主軸頭を備えて構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に離間して設けられ、1つのパレット取付面にパレット着脱手段を有し、X軸方向に延びる水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持したワーク取付台を備えて構成されたワーク支持側構造体と、前記ワーク支持側構造体に離間して設けられ、前記ワークが取り付けられたパレットを載置するパレットストッカと、前記ワーク支持側構造体のワーク取付台のパレット取付面を水平上向きにした位置と前記パレットストッカの上面位置との間で、前記パレットを懸垂保持し案内手段に沿って水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットの授受、搬送を行うパレット交換手段とを具備した工作機械が提供される。

さらに本発明によれば、工作機械のワーク取付台とパレットストッカとの間で、ワークが取り付けられたパレットを授受、搬送する工作機械のパレット搬送装置において、2つのパレット取付面を有し、回転割り出し可能に支持した工作機械のワーク取付台と、前記ワーク取付台に離間して設けられ、前記パレットを載置するパレットストッカと、前記ワーク取付台のパレット取付面を水平上向きにした位置と前記パレットストッカの上面位置との間で、前記パレットを懸垂保持し案内手段に沿って水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットの授受、搬送を行うパレット交換手段とを具備した工作機械のパレット搬送装置が提供される。

さらに本発明によれば、工作機械のワーク取付台と立体パレット

マガジンとの間で、ワークが取り付けられたパレットを授受、搬送する工作機械のパレット搬送装置において、2つのパレット取付面を有し、回転割り出し可能に支持した工作機械のワーク取付台と、前記ワーク取付台に離間して設けられ、前記パレットを載置するパレットストッカと、前記ワーク取付台のパレット取付面を水平上向きにした位置と前記パレットストッカの上面位置との間で、前記パレットを懸垂保持し案内手段に沿って水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットの授受、搬送を行うパレット交換手段と、前記パレットストッカに離間して設けられ、前記パレットを立体的に複数個収納可能に構成された立体パレットマガジンと、前記パレットストッカと前記立体パレットマガジンとの間に設けられ、水平方向及び垂直方向へ移動して、前記パレットストッカと前記立体パレットマガジンとの間で前記パレットを転送するパレット転送手段とを具備した工作機械のパレット搬送装置が提供される。

さらに本発明によれば、主軸がX、Y、Z軸方向へ移動可能に構成された主軸支持側構造体と、前記主軸支持側構造体に対向して設けられ、2つのパレット取付面を有し前記パレット取付面を所望位置に回転割り出し可能に支持したワーク取付台とを具備した工作機械のパレット交換方法であって、(a) 前記ワーク取付台の1つのパレット取付面を水平状態にしてワークが取り付けられたパレットを装着する工程、(b) 前記装着したパレットを垂直状態に位置決めして前記ワークを加工する工程、(c) 前記ワークの加工終了後に、前記ワーク取付台の他のパレット取付面を水平状態にして他のワークが取り付けられたパレットを装着する工程、(d) 加工済みのワークが取り付けられたパレットを水平状態にして前記ワーク取付台から該パレットを取り外す工程、(e) 前記他のワークが取り付けられたパレットを垂直状態に位置決めして前記他のワークを加

工する工程を含む工作機械のパレット交換方法が提供される。

上述したような構成により、主軸支持側構造体においては、静止した基台に対して移動可能な移動体の構成要素の1つであるX軸スライダをその上下縁部で案内、支持することによって、X軸スライダに作用する力（推力及び支持力）が略対称的な箇所に加えられるようになる。したがって、従来の工作機械のような片持ち支持の場合のように回転モーメントの発生による遠位端部の曲がり及び撓みを防止するべくX軸スライダを構造部材で補強する必要がなくなり、軽量化して高速移動させることが可能となる。一般に、工作機械、特に大形ワークを加工するための工作機械では、X軸方向のストロークが長くなるので、X軸方向に移動する移動体を高速移動可能にすることは、工作機械全体の加工速度の高速化及び作業時間の短縮化に大きく寄与し、加工作業の効率を向上させることになる。

さらに、X軸方向の水平軸線を中心として回転割り出し可能に支持されたワーク取付台を具備しているので、そのワーク取付面を上向き又は好ましくは水平にすることができ、ワークがワーク取付面から落下する危険がなくなり作業者の安全性を確保することが可能になり、段取り作業が容易になる。

また、ワーク取付面の背中合わせの2つのパレット取付面の1つのパレット取付面を回転割出手段により水平状態又は垂直状態に位置決め可能に構成したので、新しいワークの加工中に加工済みのワークの段取り、授受・搬送が行え、機械の稼働率を向上させ、ワークの交換時間を短縮して、高能率な加工を行うことができる。

さらに、ワークが取り付けられたパレットの搬送は操作者や作業者の頭上で行われるので、機械の設置面積をコンパクトにでき、作業者のワークへの接近性を向上させ、直接的な段取りを行うことが可能となる。

さらに、切屑排出手段は、加工領域で発生して自然落下した切屑や切削液を所定の場所に排出して切屑除去作業の軽減を図っている。切屑排出手段によって主軸支持側構造体とワーク支持側構造体とが分離した構造となり、大形工作機械の製造、据付けを容易にして、主軸支持側構造体及びワーク支持側構造体のモジュール化を可能とさせる。

以上の構成が奏する効果を組み合わせることによって、本発明の工作機械及びそのパレット交換方法は段取り作業時間及び加工時間を短縮させ、加工作業全体の効率を向上させることを可能としている。

また、前述の従来技術と本発明とを比較対比すると、第1及び第2の従来技術は、X軸方向のストロークが比較的短い工作機械を開示したものであり、本発明の工作機械のように、大形ワークを加工するためにX軸方向のストロークが比較的長い工作機械ではなく、可動カバーの故障やX軸方向ガイドの寿命の問題を何ら解決していない。第3及び第4の従来技術は、パレット交換装置及びパレットストッカを単に平面内に配置したものであるのに対して、本発明の工作機械装置は、パレットを空中搬送するようにしたものであり、機械の設置面積が大きくなるという問題は発生しない。第5の従来技術は空中搬送したパレットの機械に対する位置決めを機械側で行うもの、第6の従来技術はパレットをホイストクレーンにより単に吊下搬送するものであるのに対して、本発明の工作機械は、パレット交換装置側に機械へのパレットの位置決め手段を設けたものであり、工作機械側に何ら細工をする必要がなく、機械の構造を簡素化できる。

図面の簡単な説明

本発明の他の特徴と利点は、添付の図面を参照した、本発明に関する以下の詳細な説明から明らかとなる。

図1は、本発明の工作機械の全体構成を示している斜視図である。

図2は、図1に示される工作機械の主軸支持側構造体に関する斜視図である。

図3は、図2に示される主軸支持側構造体の基台下部の前端部分の側面図である。

図4は、図2に示される主軸支持側構造体のX軸スライダ及びY軸スライダを線IV-IVで切って上から見た断面図である。

図5は、図2の矢印Vの方向から見た主軸支持側構造体のY軸スライダの矢視背面図である。

図6は、図3に示されるX軸ガイド及びX軸滑動子の構造を説明するための模式図である。

図7は、図3に示されるリニアモータの固定子及び移動子の構造を説明するための模式図である。

図8は、図2に示される旋回台及び主軸頭を含む部分の詳細図である。

図9は、図1の線IX-IXに沿ったワーク支持側構造体の断面図である。

図10は、モジュール化された本発明の工作機械の実施態様を示している斜視図である。

図11は、本発明の工作機械のワーク支持側構造体、パレットストッカ、パレット交換手段を示している斜視図であり、ワークの加工時の状態を表したものである。

図12は、本発明の工作機械のワーク支持側構造体、パレットストッカ、パレット交換手段を示している斜視図であり、パレットの

交換を行うときの状態を表したものである。

図13は、本発明の工作機械のワーク支持側構造体、パレットストッカ、パレット交換手段を示している斜視図であり、パレットストッカへパレットを搬出するときの状態を表したものである。

図14は、本発明の工作機械のワーク支持側構造体、パレットストッカ、パレット交換手段、立体パレットマガジン、及びパレット転送手段を示している斜視図である。

図15A～図15Fは、本発明のパレット交換方法を説明するための模式図である。

図16は、ワーク支持側構造体のワーク取付台の別の実施態様を示している断面図である。

図17は、本発明の工作機械を用いた加工システムの構成の一例を示している斜視図である。

図18は、図17の加工システムの平面図である。

図19は、図17の加工システムの側面図である。

発明を実施するための最良の形態

図1は本発明の工作機械11の全体構成を示している斜視図であり、図1に示される工作機械11は、主軸支持側構造体13と、ワーク支持側構造体15と、これら主軸支持側構造体13とワーク支持側構造体15との間に設けられた切屑排出手段17とによって構成されている。図2は、図1に示される主軸支持側構造体13の斜視図である。

以下の説明において、特に説明のない限り、前側とは加工機能を有する面側を指し、背面側とは加工機能を有する面とは反対側を指すものとする。また、図1に示されるように、工作機械の長手方向をX軸方向、垂直に延びる方向をY軸方向、X軸及びY軸方向に垂

直な方向を Z 軸方向として定義する。

図 1 及び図 2 を参照すると、主軸支持側構造体 13 は、床面に立設された基台 19 と移動体 21 とを具備する。基台 19 は、さらに、上部に設けられたビーム 23 と、下部に設けられたベッド 25 と、背面側に設けられこれらの間を接続するコラム 27 とを含んで成り、側面から見て C 字形状断面を有している。また、ビーム 23 とベッド 25 にはそれぞれその前部に X 軸方向に延びる溝状長手空間 29 が形成されている。好ましくは、上記溝状長手空間 29 は図 1 及び図 2 に示されるように下向きに開放して形成される。

コラム 27 はビーム 23 とベッド 25 を接続し、ビーム 23 が X 軸方向に変形しないよう支持してビーム 23 の剛性を補っている。しかしながら、ビーム 23 に X 軸方向の変形を生じさせない程度の剛性を保ち得る限りにおいては、図 1 及び図 2 に示されるように、開口部分 31 を設けてコラム 27 を構成する、若しくは、互いに離間して設けられた複数の柱部材からコラム 27 を構成してもよい。こうして開口部分 31 を設けることによって、主軸支持側構造体 13 の軽量化がなされ得る。もちろん、大きな剛性を得る必要のある場合、開口部分 31 は不要である。

図 2 を参照すると、移動体 21 は、基台 19 の長手空間 29 に沿って左右方向である X 軸方向に案内されて移動可能な X 軸スライダ 33 と、X 軸スライダ 33 上を上下方向である Y 軸方向に案内されて移動可能な Y 軸スライダ 35 と、Y 軸スライダ 35 上を前後方向である Z 軸方向に案内されて移動可能な Z 軸スライダ 37 とを含んで成る。

X 軸スライダ 33 は、正面視中央に Y 軸方向に細長い貫通開口部 39 を有した枠形状に形成されており、その上側部分及び下側部分からは基台 19 の溝状長手空間 29 へ延びる延長部 41a、41b

が突出している。X軸送り手段は、この延長部41a、41bを介してX軸スライダ33を長手空間29に沿って移動させる。X軸送り手段は、例えばモータとボールねじの組合せやリニアモータなどである。

図2の基台19の下部(ベッド25)の前端部分の側面図である図3を参照すると、ベッド25の前端部には長手空間29の開放部を挟んで平行してX軸方向に延びる2本のレール状X軸ガイド43が設けられている。X軸スライダ33の延長部41bにはこのX軸ガイド43と係合する転動体を有した複数のX軸滑動子45がZ軸方向に離間して具備されており、これらX軸ガイド43とX軸滑動子45を介してX軸スライダ33がX軸方向に案内される。

一方、延長部41bからベッド25の長手空間29内に延びる部分の先端部にはX軸送り手段であるリニアモータの移動子47が設けられ、ベッド25の長手空間29の内部には移動子47と対向するようにしてリニアモータの固定子49が設けられている。

長手空間29の開放部を挟んで平行して延びるX軸ガイド43を設けることによって、延長部41bが片持ち支持になることを回避し、それによって延長部41bに必要とされる剛性を確保している。

X軸スライダ33の上側部分の延長部41a及び基台19の上部のビーム23に設けられた長手空間29においても、同様にして、X軸ガイド43及びX軸滑動子45とリニアモータの移動子47及び固定子49が設けられている。

上記実施態様においては、長手空間29の開放部を挟んで2本のX軸ガイド43が設けられているが、単一のX軸ガイドのみを設けることも可能である。また、レール状X軸ガイド43に代わって摺動面など他のタイプのガイドを使用することも可能である。さらに

、X軸送り手段としては、リニアモータに代えて、モータとポールねじの組合せを使用することも可能である。

このように構成されることによって、移動体21は、ビーム23及びベッド25に設けられたX軸ガイド43に案内、支持されながら、同じく長手空間29内に設けられたX軸送り手段によって駆動されて基台19上をX軸方向に移動することが可能となる。

また、基台19上を移動する移動体21のX軸スライダ33は、上部及び下部の2カ所を支持、案内されて移動するので、1カ所で支持、案内される片持ち支持の場合と異なり、X軸スライダ33に回転モーメントが作用することではなく、X軸スライダ33の剛性を確保しやすくなり、X軸スライダ33の軽量化が達成される。この結果、移動体21の軽量化が達成され、移動体21はX軸方向に高速に移動し得るようになる。

さらに、長手空間29を下向きに開放して形成してその内部にX軸ガイド43やX軸送り手段を含む案内駆動機構部を収容することで、加工領域において発生する切屑やその他の塵埃や切削液がX軸方向の案内駆動機構部に侵入しにくくなる。

ビーム23及びベッド25の前端部に形成された溝状長手空間29を下方に開放させる場合には、図3に示されるように、長手空間29の幅が下方へ行くほど拡がっており、その垂直断面が対称な傾斜面を有する台形形状となっており、長手空間29に位置するX軸スライダ33の延長部41a、41bの先端部もまた同様の台形形状となっていることが好ましい。このとき、延長部41a、41bの台形状先端部の両斜面に沿ってリニアモータの固定子49が配置され、X軸スライダ33に設けられたリニアモータの移動子47がこれと対向するようにして配置される。

このように延長部41a、41bの先端部及び長手空間29の対

称な斜面にリニアモータの移動子 4 7 及び固定子 4 9 が配置されていれば、リニアモータの移動子 4 7 と固定子 4 9との間に作用する吸引力によって、X 軸スライダ 3 3 には重力と反対方向の力が作用する。したがって、X 軸スライダ 3 3 にはそれに作用する重力と反対方向の力が作用し、X 軸スライダ 3 3 からそこに設けられた X 軸滑動子 4 5 を介してベッド 2 5 に設けられた X 軸ガイド 4 3 に作用する荷重が軽減される。このため、X 軸滑動子 4 5 と X 軸ガイド 4 3 との間の摩擦抵抗が軽減され、X 軸スライダ 3 3 はより高速に移動することが可能となる。さらに、位置決め精度が向上する。

また、リニアモータが取り付けられる延長部 4 1 a、4 1 b の先端部及び長手空間 2 9 の傾斜面の傾斜角度を変えることによって、リニアモータの X 軸方向の推力を変えることなく、X 軸滑動子 4 5 に作用する重力を軽減する力の程度を調節することができる。よって、X 軸スライダ 3 3 から X 軸滑動子 4 5 を介して X 軸ガイド 4 3 に作用する力を適正值にすることも可能となり、また X 軸滑動子 4 5 の寿命を延ばすことができる。

代替的には、図 1 及び図 2 に示されるビーム 2 3 の長手空間 2 9 のように、ビーム 2 3 及びベッド 2 5 の長手空間 2 9 を方形断面として、X 軸スライダ 3 3 の延長部 4 1 a、4 1 b の先端部もまた同様の方形形状としてもよい。この場合には、長手空間 2 9 の頂部表面に沿ってリニアモータの固定子 4 9 が配置され、リニアモータの移動子 4 7 がこれと対向するようにして X 軸スライダ 3 3 上に配置される。このように配置しても、X 軸スライダ 3 3 にはこれに作用する重力と反対方向の力が作用するので、X 軸スライダ 3 3 から X 軸滑動子 4 5 を介して X 軸ガイド 4 3 に作用する重力方向の力を軽減することが可能となる。

図 2 の X 軸スライダ 3 3 及び Y 軸スライダ 3 5 を線 I V - I V に

沿って切った断面図である図4を参照すると、枠形状のX軸スライダ33の内側には、Y軸送り手段であるモータ（不図示）及びボールねじ55の組合せと、レール状Y軸ガイド51とが設けられている。一方、Y軸スライダ35には、X軸スライダ33に設けられたレール状Y軸ガイド51と係合するY軸滑動子53が左右対称に具備されており、このY軸ガイド51とY軸滑動子53とによってY軸スライダ35がY軸方向に案内される。また、図4を参照すると、Y軸送り手段のボールねじ55が、Y軸スライダ35を貫通して延びる左右対称に配置されたナット部57のねじ穴（図中においてナット部はねじ穴のみが示されている）に螺合している。したがって、モータ（不図示）によってボールねじ55が回転させられると、ボールねじ55の回転がナット部57を介してY軸スライダ35に伝達され、Y軸スライダ35がY軸ガイド51及びY軸滑動子53によって案内され貫通開口部39内をY軸方向に移動することになる。

図2の矢印Vの方向から見たY軸スライダ35の矢視背面図である図5を参照すると、Y軸スライダ35にはZ軸方向に貫通して延びる空間が形成されており、その内部にはZ軸スライダ37が収容されている。また、空間内には、2つのレール状Z軸ガイド59とZ軸送り手段であるZ軸モータ63が固定的に設けられている。

一方、Z軸スライダ37は、Y軸スライダ35の内側の空間内に設けられたZ軸ガイド59と係合するZ軸滑動子61を具備しており、上記Y軸スライダ35と同様に、Y軸スライダ35に取り付けられたZ軸モータ63の回転がボールねじ（不図示）を介して伝達され、Y軸スライダ35の内側の空間内をZ軸方向に移動する。

このようにして、移動体21はX軸、Y軸及びZ軸方向に移動することが可能となる。

なお、Y軸及びZ軸の送り手段はモータとボールねじの組合せとして説明したが、リニアモータを使用することもできる。また、Y軸スライダ35の上下の貫通開口部39はそれぞれテレスコピックカバー（不図示）で覆われており、内部への切屑や切削液の侵入が防止されている。

図6は図3に示されるレール状X軸ガイド43及びX軸滑動子45の構造を説明するための模式図であり、図7は図3に示されるリニアモータの移動子47及び固定子49の構造を説明するための模式図である。

図6及び図7に示されるように、X軸スライダ33のX軸方向の両端部に位置するX軸滑動子45及びリニアモータの移動子47の最外側にはX軸ガイド43又はリニアモータの固定子49上に付着した切屑及び切削液を除去するためのワイパ手段がそれぞれ取り付けられ得る。好ましくは、ワイパ手段はX軸滑動子45又はリニアモータの移動子47の先端部側に配置された非接触ワイパ65、67とその内側に離間して配置された接触ワイパ69、71とを含んで成る。非接触ワイパ65、67はX軸ガイド43又はリニアモータの固定子49と直接的には接触しておらず、それらに付着した大きな切屑を除去する働きをするのに対して、接触ワイパ69、71はX軸ガイド43又はリニアモータの固定子49と直接的に接触してそれらに付着した細かい切屑及び切削液を除去する働きをする。接触ワイパ69、71には例えば潤滑のために油を含浸させたポリウレタンなどの高分子材料などが使用される。非接触ワイパ65、67には適宜の材料が使用される。

係るワイパ手段を各X軸滑動子45及びリニアモータ移動子47の前後両端部に設けることができるのももちろんである。

また、X軸ガイド43及びリニアモータの固定子49のX軸スト

ローク端部では、図6及び図7に一点鎖線で示されるように、接触ワイパ69、71がX軸ガイド43又はリニアモータの固定子49の端部まで移動し、非接触ワイパ65、67はX軸ガイド43又はリニアモータの固定子49の端部を通り越した位置まで移動し得るようにもよい。このように構成することで、接触ワイパ69、71及び非接触ワイパ65、67によって掃拭されたX軸ガイド43上又はリニアモータの固定子49上の切屑や切削液がそれらの端部から外部へ除去可能となる。

さらに、X軸滑動子45又はリニアモータの移動子47から圧縮空気を噴出させて、X軸ガイド43又はリニアモータの固定子49上に付着した切屑及び切削液を補助的に吹き飛ばすようにしてもよい。

接触ワイパ、非接触ワイパ、圧縮空気の噴出部等のワイパ手段を具備することによって、X軸ガイド43とX軸滑動子45の間又はリニアモータの移動子47と固定子49の間に切屑や切削液が巻き込まれてX軸滑動子45又はリニアモータの移動子47がX軸ガイド43又はリニアモータの固定子49に沿って滑らかに移動することが阻害されることを防止することが可能となり、案内機構又は駆動機構における故障の頻度を低減させ工作機械の稼働率が向上する。

また、従来、X軸方向の案内駆動機構部には切屑侵入防止用の可動カバーが設けられおり、この可動カバーが長期の使用においてはかじりや摩耗等の故障の原因となりやすかった。しかし、上記のような下向きに開放した長手空間内にX軸ガイド43、X軸滑動子45、リニアモータの移動子47及び固定子49を収容してX軸滑動子45及びリニアモータの移動子47に上記ワイパ手段を設けることで、可動カバーは不要になる。したがって、可動カバーを原因と

した故障による機械停止が回避され、工作機械の稼働率が向上し得るようになる。また、可動カバーは送り動力の損失の原因となっていたが、この動力損失を軽減する利点も有している。

図2及び図4を参照すると、移動体21のZ軸スライダ37の前端部には工具が装着された主軸75を回転支持する主軸頭73が保持されている。

主軸頭73を含む部分の詳細図である図8に示されるように、主軸頭73は、Z軸方向と垂直な回転軸線77を中心としてA軸方向に回転可能に旋回台79に枢支されており、この旋回台79に固定された旋回モータ81によって歯車83を介して回転させられる。一方、旋回台79はZ軸スライダ37に固定されたC軸モータ85に接続されており、C軸モータ85によって、Z軸方向に延びる回転軸線87を中心としてC軸方向に回転可能となっている。したがって、主軸頭73はA軸及びC軸方向への回転が可能となり、複雑な加工に対応できる。また、歯車83と同じ歯車列が旋回台79の反対側にも設けられ、A軸の回転送り駆動は左右両側で行われており、精度の高い回転送りを可能としている。

主軸頭73は、Z軸スライダ37に固定的に取り付けられ、A軸、B軸、C軸方向のいずれにも回転し得ないようになっていてよい。また、主軸75が主軸頭73に対してZ軸方向（いわゆるW軸方向）に移動可能となっていてよい。

次に、ワーク支持側構造体15について説明する。

図9は、図1の線IX-IXに沿ったワーク支持側構造体15の部分断面図である。

図1及び図9を参照すると、ワーク支持側構造体15は、ベース91と、そのX軸方向の両端部にそれぞれ立設された2つの軸支持手段93と、回転軸95を介して軸支持手段93に接続されてX軸

方向に延びる水平な回転軸線 9 7 を中心として回転可能に支持された略直方体形状のワーク取付台 9 9 と、歯車やベルトを含む伝動装置（不図示）を介してワーク取付台 9 9 を割り出し可能に回転させる割出モータ 1 0 0 とを含んで成る。ワーク取付台 9 9 は割出モータ 1 0 0 や歯付きクラッチ（不図示）などによって複数位置に回転割り出し可能になっている。ここで、割出モータとは、サーボモータに代表される割り出し可能なモータを指す。

ワーク取付台 9 9 は、回転軸線 9 7 の周りで反対側に配置された 2 つのパレット取付面 1 0 3 を有している。このパレット取付面 1 0 3 には、直接又はパレット 1 0 5 を介してワーク 8 9 が取り付けられる。なお、後述するように、ワーク取付台 9 9 のパレット取付面 1 0 3 にはワーク 8 9 又はパレット 1 0 5 を解放可能に支持、固定するためのパレット着脱手段 1 0 6 （図 1 2 参照）が設けられている。また、説明の簡易化のために、以下の説明ではワーク 8 9 を取り付けたパレット 1 0 5 がパレット取付面 1 0 3 に取り付けられるものとして記載されているが、上述したようにパレット取付面 1 0 3 に直接的にワーク 8 9 を取り付けることも可能である。

図 1 及び図 9 に示されているように、ワーク支持側構造体 1 5 は、2 つのパレット取付面 1 0 3 を有しているので、主軸支持側構造体 1 3 と対向して位置する一方のパレット取付面 1 0 3 で加工が行われている間に、他方のパレット取付面 1 0 3 で加工と併行してワーク 8 9 の段取り作業を行うことが可能である。

また、ワーク取付台 9 9 は、割出モータ 1 0 0 によって、対向して位置する 2 つのパレット取付面 1 0 3 が水平状態になる位置及び垂直状態になる位置をとることを許容する少なくとも 4 つの回転位置に位置決めされ得るようになっている。すなわち、ワーク 8 9 を加工するときには、パレット取付面 1 0 3 を垂直状態にし、パレッ

ト取付面 103 に対してワーク 89 が取り付けられたパレット 105 を脱着するときには、パレット取付面 103 を水平状態にすることが可能になっている。したがって、ワーク 89 を垂直方向に支持した状態で加工を行う場合でも、段取り作業の際にはパレット 105 を水平にして、パレット取付面 103 に対する（ワーク 89 を取り付けた）パレット 105 の脱着作業を含む段取り作業を容易且つ安全に行うことが可能であり、ワーク 89 の交換時間が短縮され得る。

ところで、加工の際には、主軸支持側構造体 13 からワーク支持側構造体 15 に大きな力が作用する。この力の作用点がワーク取付台 99 の回転軸線 97 から偏倚（オフセット）しているときには、ワーク取付台 99 に回転モーメントが発生する。この回転モーメントによるワーク取付台 99 の回転はワーク 89 を加工する際の精度を低下させる。しかしながら、ワーク取付台 99 の回転を阻止する機能を果たすのは、割出モータ 100 の保持トルク及び歯付きクラッチのみであり、十分とは言えない。

そこで、本発明の工作機械 11 のワーク支持側構造体 15 は、加工の際にパレット取付面 103 が垂直状態になっている回転位置を保持するために、ベース 91 に設けられた、上方へ延びる伸縮可能な 2 つのロケートピン 102a を備えたロケートピン装置 102 と、軸支持手段 93 に設けられた、回転軸 95 の回転をロックするための軸ロック装置 104 とをさらに具備している。

ワーク取付台 99 は、回転軸線 97 の周りでパレット取付面 103 に対して垂直な位置に配置された 2 つの側面に、ロケートピン装置 102 と対応する 2 つのロケートブラケット 101 を備えている。各ロケートブラケット 101 は、パレット取付面 103 が垂直になっているときに、ロケートピン装置 102 の各ロケートピン 10

2 a の先端部と対向する位置に設けられており、その先端部にロケートピン 102 a を受容する穴 101 a を備えている。好ましくは、穴 101 a の形状は切頭円錐形であり、対応して、ロケートピン 102 a の先端部の形状も切頭円錐形となっている。

ロケートピン装置 102 の作用は、ワーク取付台 99 の回転割り出しが行われる間は、ロケートピン 102 a がベース 91 に向かって後退してワーク取付台 99 の回転を妨害しないようにする一方、ワーク取付台 99 を回転割り出しした後、すわなち加工を行う際には、ロケートピン 102 a がロケートプラケット 101 の穴 101 a に嵌挿され、ワーク取付台 99 の回転を防止する。

ロケートピン 102 a は、ワーク取付台 99 に対して上向きの押圧力を付与することによって、ワーク取付台 99 が X 軸方向に長くなると生じやすくなる X 軸方向の変形を防止するので、ワーク 89 に対する高精度の加工を可能にする効果も奏し得る。

ロケートピン装置 102 でロケートピン 102 a を伸縮させるための機構としては、シリンダ装置を使用してもよく、サーボモータと歯車やナットやボールねじを利用した機構などを含む他の適宜の機構を使用してもよい。

また、ロケートピン装置 102 は、図 9 に示されるように、ベース 91 の内部に収容されていることが好ましく、ロケートピン装置 102 に切屑や切削液等が侵入しないように、ロケートピン 102 a のみが貫通し得るように開口部が設けられたシャッタ 102 b で覆われていることがさらに好ましい。シャッタ 102 b が閉鎖式になっていて、パレット取付面 103 が垂直状態になったときに閉鎖されるようにしてもよい。

軸ロック装置 104 は、例えば、軸ロックピン（不図示）と、シリンダ装置、サーボモータと歯車などを組み合わせて構成した適宜

のピン駆動機構とを含んで構成される。軸ロックピンを使用する場合、回転軸 95 には、複数の回転止め穴（不図示）が回転軸線 97 を中心として離間して設けられ、この穴に軸ロック装置 104 の軸ロックピン（不図示）が嵌挿される。なお、回転止め穴は、パレット取付面 103 が少なくとも水平状態になる位置及び垂直状態になる位置でロックされることが可能となるように設けられる。好ましくは、4つの回転止め穴が回転軸線 97 を中心として 90 度間隔で設けられる。

軸ロック装置 104 の上記実施態様の作用は、割出モータ 100 によってワーク取付台 99 の回転割り出しが行われる間は、ワーク取付台 99 の回転を妨害しないように、軸ロック装置 104 の軸ロックピンは回転軸 95 の回転止め穴から離脱している。一方、パレット取付面 103 が水平状態になる位置又は垂直状態になる位置に、ワーク取付台 99 の回転割り出しが行われると、軸ロック装置 104 の軸ロックピンが回転止め穴に嵌挿され、ワーク取付台 99 の回転が防止される。

軸ロック装置 104 は、電磁式ブレーキなどを含むブレーキ装置として構成されてもよい。

ロケートピン装置 102 及び軸ロック装置 104 は、少なくともワーク 89 の加工中、すなわちワーク取付台 99 のパレット取付面 103 が垂直状態になる位置に割り出されたときにのみ作動させるようにしてもよい。

図 1 及び図 9 に示される実施態様では、ワーク取付台 99 の回転を防止するために、構造の簡単性と安定性を考慮して 2 つのロケートブラケット 101 及びそれに対応する 2 つのロケートピン 102a を使用しているが、1 つのロケートブラケット及びロケートピンや 3 つ以上のロケートブラケット及びロケートピンを使用してもよ

い。また、ワーク取付台 99 にロケートブラケット 101 を設ける代わりに、ワーク取付台 99 の側面にロケートピン 102a の先端部を受容する穴を直接設けてもよい。同様に、ワーク取付台 99 にロケートブラケットを設けず、ロケートピン 102a の先端の表面をワーク取付台 99 の側面（パレット取付面 103 と略直角をなす面）に当接させ、その間に作用する摩擦力でワーク取付台 99 の回転を防止するように構成することも可能である。

なお、ロケートブラケット 101 及びロケートピン装置 102 を使用せず、軸ロック装置 104 のみを使用している場合には、ワーク加工時にパレット取付面 103 を垂直にせず、傾斜させて位置決めして、斜め部分の加工を行うことも可能になる。

このように、本発明の工作機械 11 のワーク支持側構造体 15 は、割出モータ 100 と、ロケートブラケット 101 及びそれと組み合わせたロケートピン装置 102 と、軸ロック装置 104 とから構成される回転割出手段を具備しており、パレット取付面 103 が水平となる位置及び垂直となる位置でワーク取付台 99 をロックして、高精度の加工を保証している。なお、回転割出手段のうち、ロケットブラケット 101 及びそれと組み合わせたロケートピン装置 102 又は軸ロック装置 104 のいずれか 1 つを省略することも可能である。

以上で説明した主軸支持側構造体 13 とワーク支持側構造体 15 は、図 1 に示されるように、切屑排出手段 17 を挟んで設置される。図 1 に示される実施態様においては、この切屑排出手段 17 としてリフトアップチップコンベアが使用されており、これが略 X 軸方向に駆動され、加工領域で発生した切屑を加工領域外へ排出する。なお、リフトアップチップコンベアは公知のものであるので、図中においては簡略化して示されている。

加工領域で発生したワーク 8 9 の切屑は切屑排出手段 1 7 であるリフトアップチップコンベアの水平走行部上に自然落下した後、持ち上げられて切削液と分離され、加工領域外に順次排出されるので、ワーク 8 9 の加工後における加工領域からの切屑の除去作業が軽減される。

また、主軸支持側構造体 1 3 とワーク支持側構造体 1 5 とは切屑排出手段 1 7 を挟んで設置されるので、一体として構成される必要はない。したがって、主軸支持側構造体 1 3 とワーク支持側構造体 1 5 は、各個、ユニット化することが可能となり、X 軸方向に整列して接続すれば、より長いX 軸方向のワーク 8 9 に対応することができる。

図 10 は、モジュール化され、個別のユニットから構成された実施態様による本発明の工作機械 1 1' を示している。

この実施態様においては、図 1 に示される主軸支持側構造体 1 3 の単位長さの基台 1 9 を X 軸方向に複数連接して延長基台 1 9' が構成され、延長基台 1 9' の上部及び下部の延長長手空間 2 9' 内に設けられた X 軸ガイド 4 3 及びリニアモータの固定子 4 9、すなわち X 軸スライダ 3 3 の軌道が X 軸方向に延長される。この延長された軌道に沿って单一の移動体 2 1 を移動させるようにすることで、延長主軸支持側構造体 1 3' が構成される。一方、図 1 に示される単位長さのワーク支持側構造体 1 5 をそのワーク取付台 9 9 の回転軸線 9 7 を整列させて X 軸方向に複数連接して延長ワーク支持側構造体 1 5' が構成される。こうして構成された延長主軸支持側構造体 1 3' と延長ワーク支持側構造体 1 5' とを切屑排出手段 1 7 を挟んで設置することで、X 軸方向に延長された工作機械 1 1' が容易に構成される。なお、切屑排出手段 1 7 も水平走行部をユニット化して延長することができる。

したがって、工作機械のユーザからの要求に適したサイズの工作機械が容易且つ迅速に製造できるようになり、また1つ1つの工作機械の構成要素がいたずらに大形になることも回避され、工作機械の据え付け作業も容易になる。

なお、図10に示される実施態様においては、複数のユニット化されたワーク取付台99にまたがってワーク89が取り付けられ、軸支持手段93の存在によってワーク89の回転方向が制限されるので、一方のパレット取付面103に取り付けられたワーク89の加工中に他方のパレット取付面103でワーク89の段取り作業を行うことができることによる機械稼働率を向上させる利点が失われてしまう。しかしながら、この問題は、連接するワーク支持側構造体15の最も外側に配置されるもの以外の軸支持手段93を除去し、接続部材によってワーク取付台99を接続し、ロケートピン装置102及びロケートプラケット101をX軸方向に複数箇所設けてたわみ防止を図ることによって解決し得ることである。

次に、図11～図13を参照して、ワーク89を取り付けたパレット105を工作機械11のワーク取付台99に取り付ける作業を効率良く、簡単且つ迅速に行うために本発明の工作機械11と共に使用するパレット搬送装置111について説明する。

図11～図13は、ワーク取付台99を具備したワーク支持側構造体15と組み合せられたパレット搬送装置111を示している。なお、図1に示されている主軸支持側構造体13は、簡単化のために省略されているが、図中左側にワーク支持側構造体15と対向して配置されているものとする。

図11～図13を参照すると、パレット搬送装置111は、ワーク支持側構造体15と離間して設けられ、パレット105を水平状態で載置するためのパレットストッカ113と、パレット交換手段

とを含んで成り、該パレット交換手段は、ワーク支持側構造体 1 5 とパレットストッカ 1 1 3との間に設けられた骨組構造体 1 1 5 と、この骨組構造体 1 1 5 に移動可能に支持されたパレット保持手段 1 1 7とを含んで成る。

パレットストッカ 1 1 3 は段取りステーションを兼てもよく、好ましくは隆起した滑動台やローラなどの滑動を容易にする手段 1 1 9をその表面に具備している。また、パレットストッカ 1 1 3 とは別に段取りステーションが設けられてもよく、パレットストッカ 1 1 3 を隔離された部屋の中に設け、洗浄ステーションとして使用してもよい。

骨組構造体 1 1 5 には、ワーク支持側構造体 1 5 の上方をワーク支持側構造体 1 5 とパレットストッカ 1 1 3 との間に延びる水平部分と、この水平部分からそれぞれワーク支持側構造体 1 5 及びパレットストッカ 1 1 3 へ向かって下方に延びる垂直部分とを含む 2 つの案内手段 1 2 1 が対向して設けられている。この対向する案内手段 1 2 1 に沿ってパレット保持手段 1 1 7 がワーク支持側構造体 1 5 とパレットストッカ 1 1 3 との間で移動する。案内手段 1 2 1 自体が骨組構造体となっていてもよい。

図 1 1 ~ 図 1 3 に示されている実施態様において、パレット保持手段 1 1 7 は、対向する案内手段 1 2 1 に沿って移動する略方形状の搬送ベース 1 2 3 と、搬送ベース 1 2 3 の側面に対向して設けられたパレット 1 0 5 を把持するためのアーム 1 2 5 とを含んで構成されている。

搬送ベース 1 2 3 には歯車（ピニオン）（不図示）と接続された駆動用モータ 1 2 7 （図 1 3 参照）が設けられており、この歯車が案内手段 1 2 1 に沿って設置されたラック（不図示）と係合している。こうして、搬送ベース 1 2 3 は案内手段 1 2 1 に沿ってラック

・ピニオン方式で移動する。大形ワークを搬送する場合にモータにかかる負荷を軽減するために、各案内手段121に対して1つ駆動用モータ127が設けられることが好ましいが、パレット保持手段117全体で1つの駆動用モータ127を共有してもよい。

パレット保持手段117が停止されるべき場所である案内手段121の両端部には、パレット保持手段117が到達したことを検出するための手段（不図示）が設けられる。さらに、ワーク支持側構造体15の上方の位置（図11においてパレット保持手段117が停止している位置）にもパレット保持手段117が到達したことを検出するための手段が設けられることが好ましい。この検出手段としては、例えば、フォトセンサ、リミットスイッチなどが使用される。検出手段によってパレット保持手段117の到達が検出されると、駆動用モータ127の作動が停止するようになっている。ストップ等を設けて機械的にパレット保持手段117を停止させたり、骨組構造体115の一部に凹部または凸部を設けてパレット保持手段117の対応部と嵌め合うようにして位置決めを行うこともできる。

パレット105を把持するための各アーム125は、コ字形状（C字形状）の部材によって形成されており、基端部が搬送ベース123に対して旋回可能に支持され、シリンダ装置129の伸縮によってアーム125の先端部が開閉するようになっている。シリンダ装置129が収縮すると、アーム125の先端部間の距離が縮まり、アーム125の先端部がパレット105の下に入ってアーム125の間でパレット105を把持することができる。逆にシリンダ装置129が延伸すると、アーム125の先端部間の距離が拡がり、その間からパレット105を解放することができるようになる。

各アーム125をシリンダ装置などによって搬送ベース123の

側面に対して平行移動し、平行状態を保ったままアーム間の間隔を拡張、短縮することもできる。また、アーム 125 に代えて、搬送ベース 123 に旋回可能に接続された複数の爪部材を駆動して開閉させ、パレット 105 を把持するようにしてもよい。このように、上述したパレット保持手段 117 に代えて、他のタイプのパレット保持手段を使用することも可能である。

また、上記実施態様では、搬送ベース 123 を移動させるための駆動機構としてモータ 129 を使用しているが、他の駆動機構を用いることが可能であることは言うまでもない。例えば、シリンダ装置を利用することも可能である。また、モータを骨組構造体 115 側に設け、チェーンを利用して搬送ベース 123 を駆動することも可能である。加減速の慣性により発生する揺動を減少させるために、上記駆動機構に加えて、搬送ベース 123 の移動に関して加速度制御を行ってもよい。

さらに、図 11～図 13 に示されているように、ワーク支持側構造体 15 のパレット搬送装置 111 側（主軸支持側構造体 13 と反対側）に、フェンス 131 を設け、ワーク支持側構造体 15 が回転割り出し動作を行う間、加工済みのワーク 89 の確認や洗浄等のために作業スペースに人が侵入することを防止するようにしてもよい。例えばワーク支持側構造体 15 が回転割り出し動作を行う場合には、警報ライト 133 を点滅させたり、一対のフェンス 131 間に赤外線センサ等を張るようにもよい。また、作業スペースの床面に圧力検出器を設置して、人が作業スペースに居る間は、ワーク支持側構造体 15 の回転割り出し動作を行えなくしてもよい。このようにすれば、ワーク支持側構造体 15 付近で作業する際に、作業者の安全性を確保することができる。

図 11～図 13 に示されているパレット搬送装置 111 では、パ

レット105を搬送、保持するためのパレット交換手段として、2つの対向する案内手段121の間に支持されたパレット保持手段117が用いられているが、パレット105の搬送を行うためだけに使用されるのであれば、代わって、1つの案内手段に懸垂保持されたパレット保持手段から構成される従来の一般的なクレーン型パレット交換装置を用いてもよい。

図14は、図11～図13に示されているパレットストッカ113との間でワーク89が取り付けられたパレット105の供給又は収納を行うための立体パレットマガジン135と、パレットストッカ113と立体パレットマガジン135との間でパレット105を転送するためのパレット転送手段137とをさらに含んだパレット搬送装置111を示している。

立体パレットマガジン135は、パレットストッカ113と離間して設けられており、段取り済みのパレット105又は加工済みのワーク89が取り付けられたパレット105を複数個収納することができるよう立体制的な多層階構造を有している。各階に収納されたパレット105はスライド台139の上に載置されている。

パレット転送手段137は、パレットストッカ113と立体パレットマガジン135との間に設けられており、設置面に立設された4つの梁部材でその4隅を垂直方向に案内されて、駆動手段（不図示）によって上下方向に移動することが可能になっている。しかしながら、パレット転送手段137の移動は垂直方向に限定されず、例えば、設置面上を水平方向に移動することも可能である。また、パレット転送手段137は、パレット105を搬入、搬出するため駆動ローラなどのパレット移載手段141を具備している。

パレット搬送装置111において、図14に示されている立体パレットマガジン135を横に2つ併設して利用する場合には、1つ

の輸送手段を垂直方向及び水平方向に移動可能となるように構成すればよい。この場合、パレット輸送手段 137 を搬送車として構成することもできる。

また、立体パレットマガジン 135 に代えて平置きパレットマガジンを組合せてもよい。

図 14 に示されているように、骨組構造体 115 とパレット保持手段 117 とを含むパレット交換手段と、パレットストッカ 113 と、パレット輸送手段 137 と、立体パレットマガジン 135 とを含んで成るパレット搬送装置 111 を併用しているワーク支持側構造体 15 のパレット交換の流れを以下に説明する。

最初に、立体パレットマガジン 135 の所定の階層にパレット輸送手段 137 を移動させ、パレット輸送手段 137 に設けられたパレット移載手段 141 によって、前記階層に収納されていたワーク 89 が取り付けられたパレット 105 をパレット輸送手段 137 に搬入する。次に、パレット輸送手段 137 はパレットストッカ 113 へ向かって（図 14 では、垂直方向下方に）移動し、パレット移載手段 141 によってパレット 105 をパレットストッカ 113 へ搬入する。

パレットストッカ 113 を段取りステーションとして機能させる場合、パレットストッカ 113 上で必要とされる段取り作業が行われる。

次に、パレット保持手段 117 がパレットストッカ 113 上のパレット 105 を保持して、骨組構造体 115 の案内手段 121 に沿ってワーク支持側構造体 15 へ向かって移動する（図 11 参照）。

この移動の際、パレット 105 は揺動又は傾斜する可能性があるが、パレット保持手段 117 は対向する 2 カ所で案内手段 121 によって支持されているので、その揺動又は傾斜はパレット保持手段

117の支持点を結ぶ旋回軸線周りの回転に限定される。したがって、ワーク89又はパレット105が吊り下げ状態となっていることから多軸の揺動又は傾斜が発生し得る一般のクレーンと比較して、ワーク89又はパレット105のより正確な位置決めを行うことが可能となる。

パレット保持手段117は、ワーク支持側構造体15の上方の図11に示される位置に到達すると、その到達を前述の位置センサによって検出され、その位置で待機させられる。

その後、ワーク取付台99にパレット105が取り付けられていない状態の図15A参照に示される回転位置から、ワーク取付台99が90度回転させられ、パレット取付面103aが上方に向かされ、水平状態になる（図12及び図15B参照）。このとき、ワーク支持側構造体15の軸ロック装置104によって、回転軸95の回転がロックされることが好ましい。

その後、パレット保持手段117が図11に示される位置から下方に移動させられ、パレット保持手段117に保持されるパレット105が、パレット保持手段117のアーム125を開くことによって解放され、パレット取付面103a上に配置される。パレット保持手段117によって保持されるワーク89及びパレット105は、上述したように案内手段121による2つの支持点を通る旋回軸線を中心として傾動している又は傾いていることがあるが、パレット105は、回転割り出しされて水平になったパレット取付面103aに当接することによって、水平状態を回復し、所望の位置に配置される。したがって、パレット105のパレット取付面103への高精度の位置決めが可能となる効果を奏する。軸ロック装置104で回転軸95、すなわちワーク取付台99がロックされることによってこの効果がさらに高められ得ることが分かる。

次に、パレット取付面 103a のパレット着脱手段 106 によつて、パレット 105 がパレット取付面 103a に取り外し可能に装着された後、ワーク取付台 99 が反時計回りに 90 度回転させられる（図 13 及び図 15C 参照）。この回転位置で、ワーク支持側構造体 15 の軸ロック装置 104 の軸ロックピンが回転軸 95 の回転止め穴に嵌挿されることによって、回転軸 95 がロックされ、ベース 91 内に設けられたロケートピン装置 102 の 2 つのロケートピン 102a が上方に延伸して、それぞれワーク取付台 99 の側面に設けられたロケートブラケット 101 の穴 101a に嵌挿され、ワーク取付台 99 の回転を防止する。

ワーク取付台 99 はこうして回転することが防止されるので、ワーク 89 の加工が開始されて、主軸支持側構造体 13 がワーク取付台 99 に回転モーメントを発生させるような力を加えても、ワーク取付台 99 及びワーク 89 が回転軸線 97 を中心として回転することなく、高精度の加工が行われ得る。

パレット取付面 103a に取り付けられたパレット 105 のワーク 89 が主軸支持側構造体 13 によって加工されている間に、パレット保持手段 117 は、図 13 に示されているように、パレットストッカ 113 へ戻り、上記手順と同様にして、次のパレット 105 を保持して、ワーク支持側構造体 15 の上方の図 11 に示される位置に待機する。

ワーク 89 の加工が終了すると、ワーク取付台 99 は反時計回りに 90 度回転させられ、パレット取付面 103b が上方に向けられる。このとき、加工済みのワーク 89 に付着した切屑や切削液が下方へ落下することとなる。次に、パレット保持手段 117 が図 11 に示される位置から下方に移動させられ、上記と同様にして、次のパレット 105 がパレット取付面 103b に取り外し可能に装着さ

れる（図 15 D 参照）。その後、ワーク取付台 99 が時計回りに 180 度回転させられてパレット取付面 103a が上方に向けられ、パレット着脱手段 106 による係合を解いてパレット 105 を離脱可能な状態にした後、加工済みのワーク 89 が取り付けられたパレット 105 がパレット保持手段 117 によってパレット取付面 103a から除去される（図 15 E 参照）。

加工済みワーク 89 が取り付けられたパレット 105 が除去された後、ワーク取付台 99 は時計回りに 90 度回転させられ、パレット取付面 103b が主軸支持側構造体 13 と対向する位置になり（図 15 F 参照）、パレット取付面 103b に取り付けられたパレット 105 の未加工のワーク 89 の加工が開始される。なお、図 15 F に示される回転位置にワーク取付台 99 が回転割り出しされた後、加工の開始に先立って、上述したように、ロケートブラケット 101 及びロケートピン装置 102 によるワーク取付台 99 の回転防止と、軸ロック装置 104 による回転軸 95 のロックが行われることは言うまでもない。

このようにワークの加工中に段取りが済んだ他のワークをワーク取付台の上方に待機させておくこと及び回転割り出し可能なワーク取付台が 2 つのパレット取付面を有することにより、ワーク（パレット）交換を短時間で行うことができ、工作機械の稼働率を大幅に向上させることが可能となる。

図 16 に示されるワーク支持側構造体 15 の別の実施態様によるワーク取付台 99' は半円形状断面をしており、单一のパレット取付面 103 を有している。パレット取付面 103 の上面にはパレット着脱手段（図示せず）が設けられる。この場合には、パレット取付面 103 を水平にしてワーク 89 が取り付けられたパレット 105 の段取り作業が行われた後、ワーク取付台 99' が 90 度回転さ

れ、図16に一点鎖線で示される加工位置に回転割り出しがされる。したがって、パレット105の段取り作業が行いやすくなつて、その結果、パレット105の段取り作業に必要とされる時間が短縮され、加工効率の向上に寄与し得るようになる。なお、ワーク89の加工時にパレット取付面103を垂直状態にせず、傾斜状態で位置決めして、斜め部分の加工を行うことも可能である。

また、図16のロケートピン装置102のロケートピンは先端部にローラ107を枢支しており、ワーク取付台99'の半円形状の外周面とこのローラ107を介して常に接触して押圧するようになっている。これは、図16のワーク取付台99'は上述したように90度回転することができればよく、ロケートピン装置102がワーク取付台99'の外周面と常に接触していても、ロケートピン装置102はワーク取付台99'の回転割り出しを妨害することができないからである。

図16にはワーク支持側構造体15のワーク取付台99'にパレット取付面103が1面しかない場合を示しているが、このようなワーク支持側構造体15を有した工作機械に、パレットストッカ113、骨組構造体115、パレット保持手段117、立体パレットマガジン135、パレット輸送手段137等で成る本発明のパレット搬送装置111を適宜付属させることもできる。このようにすれば、パレット105を作業者や操作者の頭上で搬送することができ、作業者や操作者の工作機械への接近性や安全性を確保し、さらに工作機械の設置面積をコンパクトにできる。

また、ワーク支持側構造体15のワーク取付台を3つのパレット取付面を有する正三角形断面の三角柱形状に構成することもできる。このようなワーク取付台は、水平面から30度上向きになった第1のパレット取付面においてワークの段取り作業を行い、垂直にな

った第2のパレット取付面においてワークの加工を行うことができるので、ワークの加工を行っている間に次のワークの段取り作業が行え、また第1のパレット取付面はほぼ上向き面なので段取り作業は比較的容易に行える。さらに、水平面から30度下向きになった第3のパレット取付面でワークの加工後の洗浄を行えば、切屑や切削液を下方へ容易に自然落下させて回収できるという利点を有しており、加工効率はさらに向上される。ワーク取付台が4つ以上のパレット取付面を有する多角柱形状に形成されていてもよく、この場合にもワーク取付台に3つのパレット取付面を有する場合と同様の利点を有し得ることとなる。

このようなワーク支持側構造体15を有した工作機械に、パレットストッカ113、骨組構造体115、パレット保持手段117、立体パレットマガジン135、パレット転送手段137等で成る本発明のパレット搬送装置111を適宜付属させることができることは言うまでもない。

以上、1台の工作機械11に対してパレット搬送装置111を1つ設けた実施態様を説明したが、複数台の工作機械11を併設してそれらの工作機械11にまたがってパレット105の交換が可能な1つのパレット搬送装置111を設けることも可能である。この場合、パレット搬送装置111が故障等何らかのトラブルで使用不可能になったとすると、パレット105の交換作業が一切行えなくなってしまう可能性がある。したがって、複数台の工作機械11を併設する場合には、それぞれの工作機械11に対してパレット搬送装置111を設けることが好ましい。このような構成を探ることにより、あるパレット搬送装置111が使用不可能になったとしても、そのパレット搬送装置111に対応した工作機械11におけるパレット105の交換作業が行えなくなるだけで済み、他の工作機械1

1におけるパレット105の交換作業には何ら影響を与えない。すなわち一部がダウンしても全体が死なない加工効率の良い加工システムを構築することができる。

また、1台の工作機械と1台のパレット搬送装置とからなるブロックを複数併設し、複数のブロックで単数又は複数の立体パレットマガジン135を共用できるようにした加工システムを構成することも可能である。かかる加工システムの例が図17～図19に示されている。図17はかかる加工システムの一例を示している斜視図、図18は図17の加工システムの平面図、図19は図17の加工システムの側面図である。

図17を参照すると、本発明による工作機械11"とパレット搬送装置111' とからなるブロックを2つ併設した加工システムが示されている。

図17～図19に示されている各工作機械11"は、加工液や切屑などの飛散を防止するため及び工作機械を周囲環境から隔離するために、その周囲を壁及び天井によって覆われている点を除いて、図1に示されている工作機械11と同様のものである。

また、各パレット搬送装置111'は、図14に示されているパレット搬送装置111と同様に、パレットストッカ113と、骨組構造体115と、この骨組構造体115に移動可能に支持されたパレット保持手段117と、骨組構造体115と対応させて設けられている立体パレットマガジン135と、上下方向に移動可能なパレット転送手段137とを含んでいる。図17に示されているパレット搬送装置111'は、さらに、パレットストッカ113と立体パレットマガジン135との間に搬送車137'を含んでおり、この搬送車137'は隣接する複数のパレットストッカ113及び立体パレットマガジン135にまたがって延びるレールなどの軌道14

3に沿って水平方向に移動可能になっている。かかる搬送車137'は公知のものであるのでここでは詳しく説明しない。

上記の上下方向（垂直方向）に移動可能なパレット転送手段137及び水平方向に移動可能な搬送車137'により、1つの立体パレットマガジン135と複数のパレットストッカ113及び複数の工作機械11"との間でワーク89及びパレット105の転送を行うことが可能になる。例えば、1つのブロックの立体パレットマガジン135が異なるブロックの工作機械11"との間でワーク89及びパレット105の供給及び収納を行うことができるようになる。これにより、他の立体パレットマガジン135へのワーク89及びパレット105の移送を伴うことなく、直接的に他のブロックのパレットストッカ113へワークを供給することができる。したがって、加工システムのうちの1台の工作機械11"の作動が停止していても、他の工作機械を用いて加工作業を継続することができ、作業効率の向上が図られる。

また、複数のパレットマガジンと1組のパレットストッカ113及び工作機械11"との間でワーク89及びパレット105の転送を行うことも可能になる。この結果、工作機械11"は、水平方向の複数の異なる位置に設けられた立体パレットマガジン又は平置きのパレットマガジン（水平方向の異なる位置にワークが平置きで載置されているパレットマガジンを含む）を利用することが可能となる。

図17～図19に示されている加工システムは2組の工作機械及びパレット搬送装置を併設したものであるが、3組以上の工作機械11"及びパレット搬送装置111'を併設させてもよい。また、搬送車137'を設けなくても、上述したようにパレット転送手段137が上下方向のみならず水平方向にも移動できるように構成さ

れていれば、同様の効果が得られるのはもちろんである。

以上、本発明を添付の図面に示す幾つかの実施態様について説明したが、これら実施態様はもっぱら説明上のものであり、制約的なものではない。例えば、本発明のパレット搬送装置は上述した実施態様の工作機械に限定されることではなく、適宜その他の実施態様の工作機械にも採用可能である。また、本発明の範囲は、請求の範囲によって限定されるものであるから、請求の範囲から逸脱することのない修正及び変更が可能である。